干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

基于地理探测器的欠发达地区健康资源时空分异及影响因素研究

赵海莉， 王启雯， 朱立祥， 李晓芹， 田浩宇
（西北师范大学地理与环境科学学院，甘肃 兰州 730070）

摘 要：医疗卫生资源是健康服务体系的基础和保障，高水平、高均衡性的医疗卫生资源是人民健康的保障。以甘肃省为例，基于卫生资源集聚度和变异系数、基尼系数、泰尔指数及分解，分析2010—2017年甘肃省14个市、州医疗卫生资源水平及均衡性的差异，运用地理探测器模型分析影响因素。结果表明：(1) 2010—2017年甘肃省医疗卫生资源水平及其均衡性整体上升。(2) 医疗卫生资源水平及均衡性分布呈现东南>西北的格局，经济较好的陇中、陇东地区优于其他地区，其中兰州市资源水平及均衡性最高。(3) 甘肃省人均医疗卫生资源水平及均衡性要优于地均医疗卫生资源，河西地区由于面积广阔、人口集聚度相对较小，人均均衡性明显优于地均均衡性。(4) 甘肃省整体医疗卫生资源水平差异逐渐减小，医疗卫生资源均衡性得到了较好的改善，同时其区域内差异减小、区域间差异逐渐增大，且河西地区和陇中地区的内部差异是甘肃省整体差异的主要贡献者。(5) 经济水平是影响医疗卫生资源水平的主导因素，人均国内生产总值和人口老龄化与其他因子的交互作用的解释力较高，同时自然因素的解释力逐年上升。

关 键 词： 医疗卫生资源水平；均衡性；区域差异；地理探测器
文章编号：

《健康中国2030规划纲要》强调“健康是促进人的全面发展的必然要求，是经济社会发展的基础条件”，并提出优化健康服务体系、建立健全医疗服务体系的要求[1]。医疗卫生资源是健康服务体系的重要体现，充足、均衡的医疗卫生资源是人民群众健康的保障，是构建和谐社会的内在要求[2]。同时医疗卫生资源的高水平、高均衡率可提高收治率、治愈率，从而降低感染率和病死率[3]。自2009年新医改政策推出，我国医疗卫生水平逐渐上升，至2018年，医院数量从不足2.0×10^4家增至3.1×10^4家，卫生人员数由7.8×10^6人达到1.2×10^7家。但近年来我国城镇化水平大幅提升，民众对医疗卫生资源的需求迅速增加，加剧了人口与现有资源不匹配的现状[4]，激发了医疗服务体系及就医需求的矛盾。究其原因是我国快速提升的城镇化导致了大城市对医疗卫生资源和患者的双重“虹吸”效应[5]，医疗资源的配置呈现严重“倒三角”格局[6]，制约区域协调发展及社会的公平和谐。为切实解决区域医疗卫生资源不均衡现状，2009年卫生部、财政部及国家人口与计划生育委员会共同出台的《关于促进基本公共卫生服务逐步均等化意见》中指出要缩小地区间医疗卫生资源的差距，《“健康中国2030”规划纲要》更是强调要提高卫生资源配置的公平性。在此背景下，研究医疗卫生资源的时空分异、分析其影响因素，对于区域医疗卫生资源规划、实施健康中国战略部署具有重要意义。

我国各地经济发展不平衡，地域环境差异大，医疗卫生资源向大城市及中心地城市集聚[6]，低水平地区人民医疗卫生服务体验差。甘肃省位处我国西北内陆，是一带一路的重点实施区，但由于历

收稿日期：2020-09-08； **修订日期：**2020-11-16
基金项目：国家自然科学基金项目(42061034)资助
作者简介：赵海莉(1977-)，女，博士，副教授，研究方向为寒区旱区人居环境. E-mail: zhl.grase@163.com
通讯作者：王启雯(1993-)，女，硕士研究生，研究方向为寒区旱区人居环境. E-mail: Seven_wqw@163.com

史和自然条件的制约，该区域仍是较为典型的经济欠发达地区。“十二五”期间，甘肃省医疗卫生资源覆盖度大幅上升，但依旧存在医疗卫生资源水平和均衡性较低的现象[7]，研究2010—2017年甘肃省医疗卫生资源水平的时空变化趋势，明确区域差异，可为欠发达地区制定合理医疗卫生政策提供借鉴，同时也有利于突发疫情时合理调配各地资源、满足民众的就医需求。

国外对医疗卫生资源区域配置的研究起步较早，已经形成了较为系统、成熟的体系，学者们认为医疗卫生资源配置是否均衡是衡量国家医疗保障水平高低的重要考核标准，在此背景下对不同层级医疗资源的空间配置进行了研究[8-9]，分析了不同就医需求与医疗卫生资源配置的现状与矛盾[10-12]，着重研究医疗卫生人力资源的配置均衡性[13]，并探讨了经济水平、人口特征等对医疗卫生资源均衡性的影响[14-15]。我国对医疗卫生资源的研究则较为宏观，通常从省级尺度或城乡对比的角度分析医疗卫生资源的均衡性[5,16]、公平性[17-18]、可达性[19-21]和空间布局[22-24]，部分学者也对医疗卫生的人力资源水平进行分析[25]。研究区多集中在全国或中、东部地区，对西部地区医疗卫生资源的研究较少或年限过早，评价指标较为单一，对于研究区均衡性差异的原因探讨不足。

鉴于此，本文以甘肃省为研究对象，以2010—2017年为研究时段，从研究区省域及市域2个层面出发，根据《全国医疗卫生服务体系规划纲要(2015—2020年)》的指导性指标，建立指标体系，探究甘肃省及其14个市、州医疗卫生资源水平及均衡性，分析其差异，并运用地理探测器探究其影响差异的主要因素，为因地制宜地制定适用于欠发达地区的医疗卫生政策提供借鉴。

1 数据与方法

1.1 数据来源

医疗卫生资源指标选取以可获取性、不可替代性为原则，依据《全国医疗卫生服务体系规划纲要(2015—2020年)》以及我国社区卫生服务和医院卫生服务体系现状，并参考已有的国内外研究成果[6]，选取医疗卫生机构数、床位数、公共卫生技术人员数、执业(助理)医师数、注册护士数和万元以上设备台数等指标来衡量医疗卫生资源水平。2010—2017年的医疗卫生资源数据来源于《甘肃省卫生健康统计年鉴》、《甘肃省卫生计生统计资料》，以及《甘肃省卫生计生事业发展统计公报》。

1.2 研究方法

为客观评价医疗卫生资源区域差异，本研究用极差法对数据进行标准化处理，用熵权法计算指标权重并取其均值作为最终权重，并对标准化后的数据赋权重，用赋权后的数据表征医疗卫生资源水平。

1.2.1 卫生资源集聚度 卫生资源集聚度(Health resources agglomeration degree, HRAD)用以评价医疗卫生资源的均衡性[26]。《全国医疗卫生服务体系规划纲要(2015—2020年)》中指出，医疗卫生资源水平应从国土面积和人口数量2个层面考虑，因此，本研究运用卫生资源集聚度分析甘肃省医疗卫生资源均衡水平。人口集聚度(Population agglomeration degree, PAD)用某地区占全省1%国土面积上集聚全省人口的比重来表示，其公式为：

$$\mathrm{PAD} = \frac{\left(p_n/P\right)\times 100\%}{\left(A_n/A\right)\times 100\%} \tag{1}$$

式中：PAD为人口集聚度；p_n为第n个市、州的人口数；P为全省总人口数；A_n为第n个市、州的国土面积；A为全省国土面积。

HRAD从全省国土面积来衡量医疗卫生资源均衡性，用某地区占全省1%国土面积上集聚的全省医疗卫生资源的比重，其公式为：

$$\mathrm{HRAD} = \frac{\left(y_n/Y\right)\times 100\%}{\left(A_n/A\right)\times 100\%} \tag{2}$$

式中：HRAD为卫生资源集聚度；y_n为第n个市、州的医疗卫生水平；Y为全省医疗卫生资源水平。

按人口衡量的医疗卫生资源均衡性定义为HRAD/PAD，其中PAD为人口集聚度。医疗卫生资源均衡性的评价标准为：当HRAD=1或HRAD/PAD=1时，则该地区的医疗卫生资源处于绝对均衡状态；当HRDA>1(<1)或HRAD/PAD>1(<1)时，该地区医疗卫生资源均衡性较差[27]。

1.2.2 区域差异测度 采用变异系数、基尼系数及总体泰尔指数从整体角度测度2010—2017年省域范围内医疗卫生资源水平的总体变化。变异系数用以描述医疗卫生资源水平的差异程度，变异系数越大，则差异越大[28]，公式为：

$$C_v=\sqrt{\sum_{n=1}^{N}\frac{(y_n-\bar{y})^2}{(N-1)}}\Bigg/\bar{y} \tag{3}$$

式中：C_v 为变异系数；N 为甘肃省市、州总数，本研究中 N =14；$\bar{y}$ 为14个市、州医疗卫生资源配置水平的平均值。

用基尼系数衡量医疗卫生资源水平的均衡性[29]，公式为：

$$G=\sum_{n=1}^{N}\frac{p_n}{P}\times y_n+2\sum_{n=1}^{N}\frac{p_n}{P}\left(1-V_n\right)-1 \tag{4}$$

式中：G 为基尼系数；V_n 为升序排列后第1个市、州到第 i 个市、州医疗卫生资源水平占全省医疗卫生资源水平总和的累计比重。

运用总体泰尔指数分析甘肃省医疗卫生资源水平的总体差异[30]；在此基础上将甘肃省分为河西(嘉峪关市、金昌市、武威市、张掖市、酒泉市)、陇中(兰州市、白银市、定西市、临夏州)、陇东(平凉市、庆阳市)以及陇南(天水市、陇南市、甘南州)4个区域，使用泰尔指数分解形式来测度4个区域的区域内差异和区域间差异。其公式为：

$$T_{总}=T_{组间}+T_{组内} \tag{5}$$

$$T_{组间}=\sum_{i=1}^{I}\frac{p_i}{P}\log\frac{p_i\cdot P^{-1}}{y_i\cdot Y^{-1}} \tag{6}$$

$$T_{组内}=\sum_{i=1}^{I}\frac{p_i}{P}\sum_{j=1}^{J}\frac{p_{ij}}{p_i}\log\frac{p_{ij}\cdot p_i^{-1}}{y_{ij}\cdot Y_I^{-1}} \tag{7}$$

式中：$T_{总}$ 为总体泰尔指数；$T_{组间}$为区域间差异；$T_{组内}$为区域内差异；I 为分组数，本研究中 I =4；p_i 为第 i 组人口数；y_i 为第 i 组医疗卫生资源总水平；p_{ij} 为 i 组 j 市人口数；y_{ij} 为 i 组 j 市医疗卫生资源水平；Y_I 为 i 组医疗卫生资源总体水平。

1.2.3 地理探测器 地理探测器可用于探测空间分异性、揭示背后驱动因子，运用地理探测器模型中的因子探测和交互探测，识别影响医疗卫生资源水平差异的关键因素，具体算法见参考文献[31]。

2 结果分析

2.1 医疗卫生资源总体水平

将甘肃省14个市、州的医疗卫生资源指数按总体和分区(河西、陇中、陇东和陇南)进行算数平均，用以表征全省和各个区域的水平，并绘制变化趋势图(图1)。图中可以看出，2010—2017年甘肃省医疗卫生资源水平总体呈现上升态势，从2010年的0.04增长至2017年的0.05，增幅为14.96%。河西、陇中、陇东和陇南4个区域的水平增幅分别为24.60%、11.51%、14.91%和12.28%。反映出甘肃省医疗卫生资源水平随着社会发展不断提升。

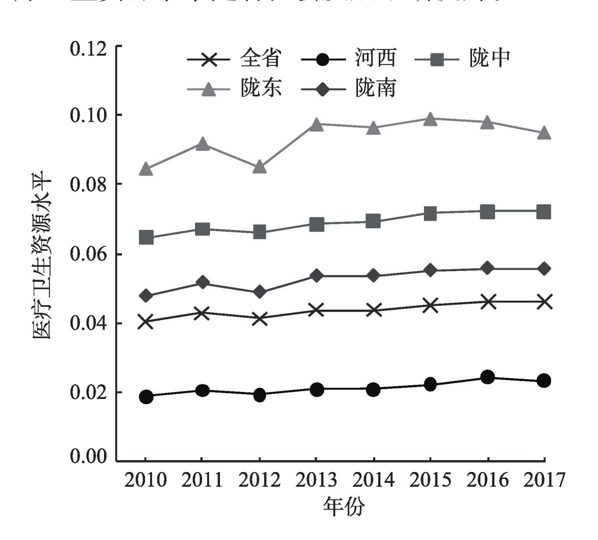


图1 甘肃省医疗卫生资源水平变化趋势

Fig. 1 Change trend of medical resources allocation in Gansu Province

2.2 医疗卫生资源水平及均衡性时空分布

甘肃省14个市、州的医疗卫生资源水平及均衡性差距较大，卫生资源集聚度和人口资源集聚度的比值也各不相同。为了更加直观地表示各市、州医疗卫生资源水平和均衡性的空间分布特征，本研究运用GIS绘制医疗卫生资源水平时空分布图，并与医疗卫生资源均衡性时空分布进行对比分析。

2.2.1 医疗卫生资源水平时空分布特征 甘肃省医疗卫生资源水平空间分异较大，整体呈现东南>西北的格局，其中陇中、陇东地区医疗卫生资源水平相对较高，河西和陇南地区水平相对较低。分市、州来看，兰州市医疗卫生资源水平最高，天水市、平凉市、陇南市等地次之，嘉峪关市、金昌市和甘南州水平较低。2010—2017年，除金昌市医疗卫生资源水平略有下降外，其余各市、州均呈现上升态势，嘉峪关市、武威市和定西市医疗卫生资源水平增幅分别为50.79%、31.96%和41.84%。河西地区整体水平有所上升。

2.2.2 医疗卫生资源均衡性时空分布特征 从图2可以看出，甘肃省医疗卫生资源均衡性空间分布大体呈现东南>西北的格局，与医疗卫生资源水平空

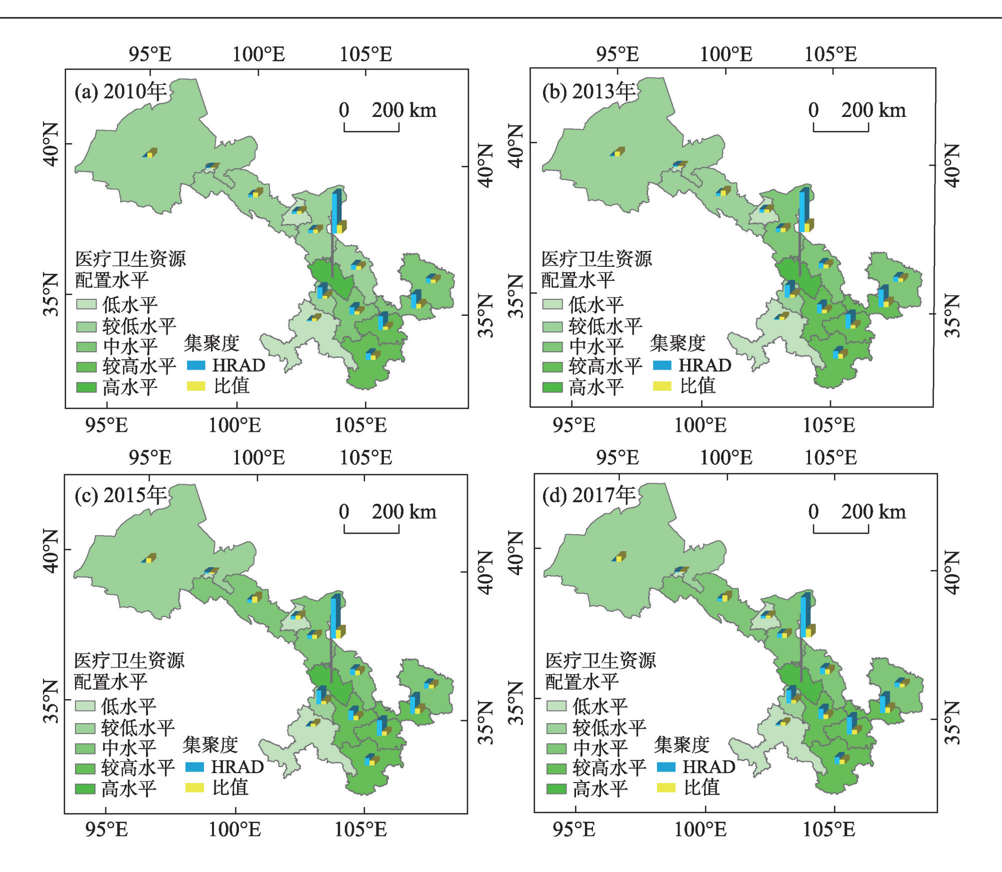


图2 甘肃省医疗卫生资源水平和均衡性的空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of medical resource level and balance in Gansu Province

间分布格局基本一致。其中陇中、陇东地区整体均衡性较高，陇南地区和河西地区均衡性相对较差，兰州市水平及均衡性最高。2010—2017年河西地区医疗卫生资源水平有所上升。分市、州来看：

（1）嘉峪关市、金昌市、武威市、张掖市、酒泉市和甘南州HRAD<1，说明其地均医疗卫生资源不足；其中酒泉市和武威市的HRAD/PAD>1，说明其人均医疗卫生资源较高。整体来看金昌市和武威市整体均衡性相对较高。张掖市和武威市HRAD和HRAD/PAD的值均有所上升，张掖市分别上升16.69%、16.90%，武威市分别上升14.79%、17.20%。

（2）兰州市、陇南市和平凉市的HRAD>1，表明地均医疗卫生资源过剩；其中兰州市和平凉市的HRAD/PAD>1，人均医疗卫生资源过剩。陇南市HRAD/PAD的值有所下降。兰州市和平凉市的整体均衡性相对较好。

（3）白银市、庆阳市、定西市、天水市和临夏州的HRAD>1，但由于其PAD相对较大，导致HRAD/PAD略小于1，整体医疗资源均衡性略差。其中，白银市、定西市和天水市的HRAD和HRAD/PAD分别上升9.76%和11.35%、23.39%和21.72%、9.30%和9.61%，表明这4个市医疗卫生资源均衡性有所上升。

2.3 医疗卫生资源水平差异演变趋势

运用变异系数、基尼系数和泰尔指数测度了甘肃省医疗卫生资源水平的差异，并用泰尔指数分解形式对区域内和区域间差异进行分析。

（1）甘肃省总体医疗卫生资源水平差异虽有波动，但大体呈下降趋势（图3）。具体来看，变异系数

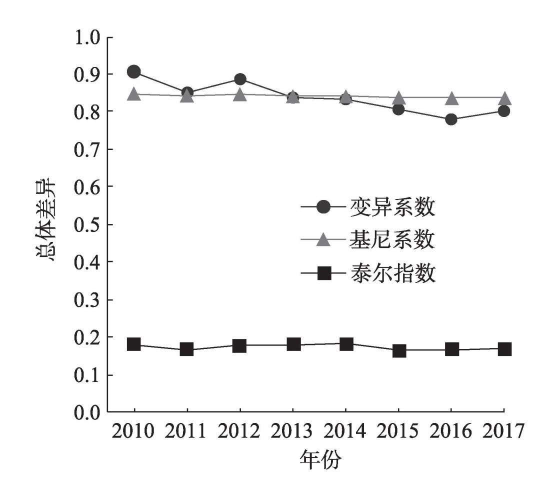


图3 甘肃省医疗卫生资源水平的总体差异变化趋势

Fig. 3 Overall variation trend of medical resource level in Gansu Province

由0.91降至0.80，下降了11.56%；基尼系数由0.85降至0.84，下降了1.41%；泰尔指数由0.18降至0.17，下降了6.92%。波动程度逐渐减小，表明2010—2017年其总体差异逐年降低，整体均衡性上升，且逐渐趋于稳定。由此可见新医改的实行政策效果颇佳，甘肃省医疗卫生资源的公平性得到了改善，虽个别年份略有波动，但不均衡现象整体呈现“下坡路”势态。

（2）分别选取2010、2013、2015年和2017年为时间节点，运用泰尔指数分解形式分析甘肃省地区间及地区内的差异（表1），结果表明不同时间引起差异的原因不同，且甘肃省医疗卫生资源水平的区域内差异整体减小，而区域间的差异整体增大。2010—2014年区域内贡献度超过50%，说明该时间段总体差异主要由区域内差异引起；而2015—2017年区域间贡献度超过50%，说明该时段总体差异主要由区域间差异引起，即甘肃省四大区域地区间的差异较大。区域内差异的贡献度整体呈下降趋势，其中河西、陇中、陇东地区区域间差异整体均呈现下降趋势，但陇南地区差异明显上升。区域间差异的贡献度在2010—2013年波动下降，2014—2017年明显上升，表明各地区区域间差异逐渐增大，且河西地区和陇东地区的区域间差异较大。总言之，甘肃省医疗卫生资源水平的均衡性整体上升，但由于不合理的卫生资源布局结构，影响了医疗卫生服务水平的均衡性与公平性，这种不均衡性和低公平性在区域间的差距尤为显著。

2.4 影响因素分析

医疗卫生资源水平差异由多种因素引起，根据已有研究[5,32]和《全国医疗卫生服务体系规划纲要（2015—2020年）》，医疗卫生资源水平的影响因子主要分为社会经济发展水平、人口分布和地形因素（表2）。

2.4.1 因子探测 表3显示了甘肃省地级市尺度各影响因素对医疗卫生资源水平的解释力，结果表明，经济和人口是医疗卫生资源水平的主导性因子。总体来看，经济和人口因素的解释力较强，两者均影响着医疗卫生资源分布。

（1）经济因子对医疗卫生资源水平的解释力略有不同，非农产业的解释力最高，人均国民生产总值次之；医疗支出占比的解释力上升。经济水平决定医疗卫生资源水平，是基础性影响因子。经济相对较好的兰州等地，人口集聚较高，人流量也相对较大，对于医疗卫生资源的需求量更高。同时对医疗卫生方面的投入决定着当地医疗卫生资源水平的高低。

（2）人口因子对医疗卫生资源的解释力中，城镇化率的解释力较高，而人口老龄化的解释力下降。人口因子是医疗卫生资源水平的决定性因素，在资源决策中起着主导作用。甘肃省各市、州的城镇化对医疗卫生资源水平的影响最为突出。城镇化率越高，对医疗卫生资源的需求就越大。人口老龄化加剧，则老年人的医疗、康复及养老需求大幅提升，但近年来老龄人口的保健意识增强，大部分老龄人口的健康水平有所上升，因此对于医疗卫生资源水平的需求略有下降。

（3）地形因子的解释力虽整体不高，但解释力增强，均呈现上升趋势。地形影响医疗卫生资源可达性。柳泽等[20]的研究表明，地形复杂的偏远地区，由于交通条件的限制，影响医疗卫生服务的可及性。甘肃省地形复杂，河西地区地形较为平坦，医疗卫生资源可获取性相对较高；而陇中、陇东地

表1 泰尔指数分解结果

Tab. 1 Thiel index decomposition result

泰尔指数		2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
差异	总差异	0.179	0.164	0.176	0.175	0.177	0.161	0.163	0.166
	区域间	0.085	0.080	0.080	0.080	0.086	0.085	0.093	0.094
	区域内	0.095	0.085	0.096	0.096	0.091	0.076	0.070	0.073
	河西	0.052	0.045	0.052	0.048	0.045	0.046	0.040	0.036
	陇中	0.019	0.018	0.019	0.017	0.015	0.012	0.011	0.016
	陇东	0.010	0.008	0.013	0.018	0.016	0.011	0.011	0.012
	陇南	0.014	0.013	0.012	0.013	0.015	0.007	0.008	0.008
贡献度/%	区域间	47.310	48.520	45.560	45.410	48.520	52.630	57.000	56.280
	区域内	52.690	51.480	54.440	54.590	51.480	47.370	43.000	43.720

区山谷纵横，陇南地区海拔较高，地形起伏较大，相对而言其资源可获取性较差。此外，地形也决定着医院选址，随着经济社会和城镇化的发展，“爬坡”现象逐渐出现，城市建设用地不足时，医疗卫生资源是否也需要“爬坡”，地形也将是决定性因素。

表2　医疗卫生资源水平影响因素指标选取

Tab. 2　Index selection of influencing factors of medical resource level

目标层	要素层	指标层	数据来源/单位
医疗卫生资源配置影响因素	社会经济发展	x_1	统计年鉴/元
		x_2	统计年鉴/%
		x_3	统计年鉴/%
	人口分布	x_4	统计年鉴/%
		x_5	统计年鉴/%
	地形	x_6	GIS提取/°
		x_7	GIS提取/m

注：x_1为人均GDP；x_2为非农产业占比；x_3为医疗支出占比；x_4为人口城镇化率；x_5为人口老龄化；x_6为坡度；x_7为地形起伏度。下同。

2.4.2　*交互探测*　交互探测通过比较两因子的q值以及交互时的q值，分析任意两因子之间的交互作用类型。以2010、2013、2015年和2017年为例，在因子探测的基础上进行交互探测。结果显示，任意组合的两因子对医疗卫生资源的影响是相互作用的，交互作用的解释力大于单因子的解释力，且以双因子增强为主，非线性增强次之（表4）。2010年各因子之间的作用以双因子增强和非线性增强为主，非农产业占比与人口老龄化的交互作用最高；2013年后因子间的非线性增强减弱，逐渐以双因子增强为主，人口老龄化与人均GDP、城镇化率的交互作用值最高，城镇化率与坡度的作用值次之；2015年以双因子增强为主，人口老龄化与人均GDP、城镇化率的交互作用值较高；2017年也是双因子增强为主，人口老龄化与其他因子的交互作用值略有下降，非农占比与其他因子的作用值明显上升，人均GDP与非农产业占比的作用值最高。总的

表3　影响因素对医疗卫生资源水平的解释力

Tab. 3　Explanatory power of influencing factors to the medical resources level

年份	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
2010	0.800*	0.790**	0.089	0.873***	0.377	0.121	0.207
2011	0.787*	0.740**	0.318	0.877***	0.320	0.139	0.218
2012	0.738	0.848***	0.236	0.832**	0.520	0.107	0.195
2013	0.737	0.806**	0.583	0.796**	0.343	0.133	0.219
2014	0.697	0.827***	0.197	0.789**	0.448	0.136	0.212
2015	0.755	0.813***	0.432	0.835**	0.132	0.195	0.263
2016	0.822**	0.906***	0.300	0.847**	0.162	0.224	0.295
2017	0.858**	0.685	0.547	0.873***	0.093	0.303	0.250

注：***、**、*分别表示在0.01、0.05和0.1的置信度上统计显著。

表4　甘肃省医疗卫生资源水平影响因子的交互作用

Tab. 4　Interaction of impact factors to medical resource level in Gansu Province

2010年		2013年		2015年		2017年	
交互因子	作用值	交互因子	作用值	交互因子	作用值	交互因子	作用值
$x_2 \cap x_5$	1.000	$x_1 \cap x_5$	1.000	$x_3 \cap x_5$	1.000	$x_1 \cap x_2$	0.992
$x_4 \cap x_5$	0.999	$x_4 \cap x_5$	1.000	$x_1 \cap x_5$	0.999	$x_2 \cap x_4$	0.992
$x_1 \cap x_5$	0.989	$x_4 \cap x_6$	0.979	$x_4 \cap x_5$	0.996	$x_4 \cap x_5$	0.988
$x_1 \cap x_3$	0.982	$x_3 \cap x_5$	0.976	$x_3 \cap x_4$	0.989	$x_3 \cap x_4$	0.980
$x_3 \cap x_4$	0.982	$x_2 \cap x_6$	0.953	$x_2 \cap x_5$	0.960	$x_2 \cap x_3$	0.960
$x_2 \cap x_4$	0.962	$x_3 \cap x_4$	0.946	$x_2 \cap x_4$	0.952	$x_1 \cap x_5$	0.959
$x_1 \cap x_6$	0.949	$x_2 \cap x_4$	0.943	$x_4 \cap x_6$	0.946	$x_5 \cap x_6$	0.952
$x_1 \cap x_2$	0.942	$x_1 \cap x_2$	0.940	$x_1 \cap x_3$	0.945	$x_5 \cap x_7$	0.952
$x_2 \cap x_3$	0.938	$x_2 \cap x_5$	0.937	$x_5 \cap x_6$	0.941	$x_2 \cap x_6$	0.934
$x_1 \cap x_7$	0.934	$x_4 \cap x_7$	0.934	$x_5 \cap x_7$	0.941	$x_2 \cap x_7$	0.934

注：此表仅列举了交互作用值较高的交互因子。

来看人均GDP、人口老龄化与其他因子的交互作用解释力较高。

3 讨 论

2010—2017年甘肃省医疗卫生资源水平稳步提升，均衡性差异逐步下降，与全国医疗卫生服务体系发展走向基本一致[6,33]，在一定程度上表明2009年新医改政策的施行效果颇佳，为推进基本公共服务均等化、完善公共服务体系奠定了基础。

在影响因素的研究中发现，经济发展水平是医疗卫生资源水平区域差异的主导性因素，这一结论与全国性的研究结果基本一致，经济发展水平高的地区其医疗卫生资源水平相对较均衡[34]，故此，各级政府应加强差异化配置政策，加大对欠发达地区医疗卫生事业的拨款和补助，提高当地医疗卫生资源的供给能力，促进医疗卫生资源的均衡发展。通过研究，我们还发现地形因子不是影响甘肃省医疗卫生资源区域差异的主导因素，但其解释力逐年上升。相关研究也表明偏远山区由于其地理及环境制约导致医疗卫生资源水平低[6,35]，故此要优化偏远山区的工资福利及就业补贴，推动医疗卫生人才的引进，提高当地民众的就医服务体验，缓解当前医疗卫生资源空间分布不均衡的现状。

本研究仍存在一些不足，由于数据可获取性等因素的限制，仅研究了地级市尺度的医疗卫生资源差异，且未分析各项医疗卫生资源指标的现状。未来还需考虑更微观层面如县域尺度的医疗卫生资源水平及均衡性现状，同时要加强对各项医疗卫生资源指标的水平和均衡性的分析。

4 结 论

医疗卫生资源水平是人民身体健康的保障，均衡、公平的医疗卫生服务体系不仅可以较好的满足人民群众对健康生活的追求，更可以促进社会的和谐发展。本研究从省域和市域2个层面入手，分析了甘肃省14个市州2010—2017年的医疗卫生资源水平及区域差异，并利用地理探测器进行影响因素的分析，得出以下结论：

（1）2010—2017年甘肃省医疗卫生资源水平呈现增长态势。全省医疗卫生资源水平从0.04增至0.05，增幅为14.96%。河西、陇中、陇东和陇南4个地区的医疗卫生资源水平增幅分别为24.60%、11.51%、14.91%和12.28%。其中河西地区增长最为显著。

（2）甘肃省医疗卫生资源水平及均衡性均呈现东南>西北的格局。经济水平较好的陇中和陇东地区医疗卫生资源水平和均衡性相对高于其他地区，其中兰州市、平凉市和陇南市医疗卫生资源整体均衡性相对较高。

（3）甘肃省人均医疗卫生资源水平及均衡性优于地均医疗卫生资源水平及均衡性，河西地区HRAD/PAD的值明显高于HRAD，究其原因是河西地区国土面积较为广阔，人口集聚度相对较小，造成其人均均衡性优于地均均衡性。

（4）2010—2017年甘肃省整体医疗卫生资源水平的整体差异逐渐减小，说明新医改的政策取得了良好的成绩，医疗卫生资源均衡性得到了较好的改善。且区域内差异逐渐减小，而区域间的差异逐渐增大，河西地区和陇中地区的内部差异是甘肃省整体差异的主要贡献者。

（5）不同年份各影响因素对于医疗卫生资源水平的解释力不同，人均GDP、非农产业占比以及城镇化率对于医疗卫生资源水平的影响力较强，是医疗卫生资源水平的决定性因子；人口老龄化和人均GDP与其他因子的交互作用对其解释力最强。可见经济与人口对于医疗卫生资源水平有重要影响。地形对于医疗卫生资源水平的影响力也不断上升。

参考文献（References）

[1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 中共中央国务院印发《"健康中国2030"规划纲要》[EB/OL]. http: //www. moh. gov. cn/zhuz/xwfb/201610/21d120c917284007ad9c7aa8e9634bb4. shtml, 2016-10-25. [National Health Commission of the People's Republic of China. Central Committee of the Communist Party of China and The State Council issued the Outline of the "Healthy China 2030" Plan[EB/OL]. http: //www.moh.gov.cn/zhuz/xwfb/201610/21d120c917284007ad9c7aa8e9634bb4. shtml, 2016-10-25.]

[2] 龚胜生, 陈云. 中国南方地区卫生资源与居民健康的时空关系[J]. 地理研究, 2020, 39(1): 115-128. [Gong Shengsheng, Chen Yun. Temporal-spatial relationship between health resources and residents' health in southern China[J]. Geographical Research, 2020, 39(1): 115-128.]

[3] 杨晓胜, 刘海兰. 医疗资源地理分配对健康状况的影响: 基于省级面板数据的实证分析[J]. 中国卫生经济, 2016, 35(1): 63-65.

[Yang Xiaosheng, Liu Hailan. Health resource geographic allocation and health outcome: An empirical analysis based on cross-province data[J]. Chinese Health Economics, 2016, 35(1): 63–65.]

[4] 任远. 城市病和高密度城市的精细化管理[J]. 社会科学, 2018 (5): 76–82. [Ren Yuan. Urban pathology and smart management of high density city[J]. Journal of Social Sciences, 2018(5): 76–82.]

[5] 郑继承. 我国医疗卫生资源配置的均衡性研究[J]. 中国卫生资源, 2019, 22(5): 362–366. [Zheng Jicheng. Study on the equilibrium of health resource allocation in China[J]. Chinese Health Resources, 2019, 22(5): 362–366.]

[6] 宋雪茜, 邓伟, 周鹏, 等. 两层级公共医疗资源空间均衡性及其影响机制——以分级诊疗改革为背景[J]. 地理学报, 2019, 74 (6): 1178–1189. [Song Xueqian, Deng Wei, Zhou Peng, et al. Spatial equity and influences of two-level public healthcare resources: A background to hierarchical diagnosis and treatment reform in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(6): 1178–1189.]

[7] 路杰, 高歆, 王伟, 等. 甘肃省卫生资源空间集聚特征及配置公平性的综合评价分析[J]. 中国卫生统计, 2019, 36(2): 222–225. [Lu Jie, Gao Xin, Wang Wei, et al. A comprehensive evaluation and analysis of the spatial clustering characteristics and allocation equity of health resources in Gansu Province[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2019, 36(2): 222–225.]

[8] Annette J Browne, Colleen Varcoe, Marilyn Ford-Gilboe, et al. EQUIP Healthcare: An overview of a multi-component intervention to enhance equity-oriented care in primary health care settings [J]. International Journal for Equity in Health, 2015, 14: 152.

[9] Evans Nicholas Greig, Sekkarie Mohamed A. Allocating scarce medical resources during armed conflict: Ethical issues[J]. Disaster and Military Medicine, 2017, 3(1): 2–6.

[10] Saeede Eftekhari, Niam Yaraghi, Ranjit Singh, et al. Do health information exchanges deter repetition of medical services?[J]. ACM Transactions on Management Information Systems, 2017, 8(1): 31–57.

[11] Saksonov Stanislav G, Gruzeva Tetiana S, Vitovska Oksana P. Health of ophthalmologists as a prerequisite of quality medical services[J]. Wiadomosci Lekarskie, 2018, 71(1–2): 165–167.

[12] Seongkum Heo, Jean McSweeney, Pao-Feng Tsai, et al. The associations of diagnoses of fatigue and depression with use of medical services in patients with heart failure[J]. The Journal of Cardiovascular Nursing, 2019, 34(4): 289–296.

[13] Giorgio Cometto, James Campbell. Human resources for health[J]. Lancet, 2016, 388(10063): 2993.

[14] Amy S Katz, Rebecca M Cheff, Patricia O' Campo. Bringing stakeholders together for urban health equity: Hallmarks of a compromised process[J]. International Journal for Equity in Health, 2015, 14(1): 138.

[15] Alexander G L, Madsen R W, Miller E L, et al. The state of nursing home information technology sophistication in rural and nonrural US markets[J]. Journal of Rural Health, 2017, 33(3): 266–274.

[16] 马志飞, 尹上岗, 乔文怡, 等. 中国医疗卫生资源供给水平的空间均衡状态及其时间演变[J]. 地理科学, 2018, 38(6): 869–876. [Ma Zhifei, Yin Shanggang, Qiao Wenyi, et al. Spatial equilibrium state and its time evolution of medical health resource supply level in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(6): 869–876.]

[17] 田玲玲, 张晋, 王法辉, 等. 公平与效率导向下农村公共医疗资源的空间优化研究——以湖北省仙桃市为例[J]. 地理科学, 2019, 39(9): 1455–1463. [Tian Lingling, Zhang Jin, Wang Fahui, et al. Rural public medical resources allocation spatial optimization towards equity and efficiency access: A case study on Xiantao City, Hubei Province[J]. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(9): 1455–1463.]

[18] 孙亮, 赵婷, 徐毛琳, 等. 郑州市2011—2016年国家基本公共卫生服务项目公平性分析[J]. 中国公共卫生管理, 2019, 35(5): 581–584, 606. [Sun Liang, Zhao Ting, Xu Maolin, et al. Equity analysis of implementation effect of national basic public health service projects in Zhengzhou, 2011—2016[J]. Chinese Journal of Public Health Management, 2019, 35(5): 581–584, 606.]

[19] 程敏, 连月娇. 基于改进潜能模型的城市医疗设施空间可达性——以上海市杨浦区为例[J]. 地理科学进展, 2018, 37(2): 266–275. [Cheng Min, Lian Yuejiao. Spatial accessibility of urban medical facilities based on improved potential model: A case study of Yangpu District in Shanghai[J]. Progress in Geography, 2018, 37(2): 266–275.]

[20] 柳泽, 杨宏宇, 熊维康, 等. 基于改进两步移动搜索法的县域医疗卫生服务空间可达性研究[J]. 地理科学, 2017, 37(5): 728–737. [Liu Ze, Yang Hongyu, Xiong Weikang, et al. Spatial accessibilities of medical services at county level based on optimized two-step floating catchment area method[J]. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(5): 728–737.]

[21] 李俊, 董锁成, 陈艳晓. 基于空间可达性的宁蒙沿黄地带医疗资源缺乏单元识别[J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(3): 39–43. [Li Jun, Dong Suocheng, Chen Yanxiao. Recognition of areas with poor county medical resource along Yellow River in Ningxia and Inner Mongolia by spatial access[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2018, 32(3): 39–43.]

[22] 陈妤凡, 王开泳. 撤县(市)设区对城市公共服务配置和空间布局的影响与作用机理[J]. 经济地理, 2019, 39(5): 76–86. [Chen Yufan, Wang Kaiyong. Influence and mechanism of “turning counties (cities) into districts” on urban public service allocation and spatial layout[J]. Economic Geography, 2019, 39(5): 76–86.]

[23] 姜玉培, 甄峰, 孙鸿鹄. 基于街区尺度的城市健康资源空间分布特征——以南京中心城区为例[J]. 经济地理, 2018, 38(1): 85–94. [Jiang Yupei, Zhen Feng, Sun Honghu. Spatial characteristics of urban health resources at block scale: A case study of central urban area of Nanjing[J]. Economic Geography, 2018, 38(1): 85–94.]

[24] 刘倩, 李诚固, 申庆喜, 等. 长春市医疗设施空间格局与演变特征[J]. 经济地理, 2017, 37(7): 139–145. [Liu Qian, Li Chenggu, Shen Qingxi, et al. Spatial evolution character of medical facilities in Changchun City[J]. Economic Geography, 2017, 37(7): 139–145.]

[25] 丁厅厅. 新医改以来基层医疗卫生人力资源配置研究——以江苏省为例[J]. 中国集体经济, 2019(34): 108-109. [Ding Tingting. Research on the allocation of human resources in primary medical care since the new medical reform: A case study of Jiangsu Province[J]. China Collective Economy, 2019(34): 108-109.]

[26] 崔婷婷, 熊季霞. 基于集聚度的我国中医药卫生资源配置公平性分析[J]. 中国医院管理, 2017, 37(7): 18-20, 61. [Cui Tingting, Xiong Jixia. Analysis of the equity of health resources allocation of traditional Chinese medicine in China based on the agglomeration degree[J]. Chinese Hospital Management, 2017, 37(7): 18-20, 61.]

[27] 刘亮, 骆达, 毕长伟, 等. 基于基尼系数和集聚度的天津市医疗卫生资源配置研究[J]. 中国卫生经济, 2019, 38(5): 48-50. [Liu Liang, Luo Da, Bi Changwei, et al. Study on the medical and health resource allocation of Tianjin based on gini coefficient and agglomeration degree[J]. Chinese Health Economics, 2019, 38(5): 48-50.]

[28] 丁金梅, 杨奎, 马彩虹, 等. 中国粮食产量时空格局演变研究[J]. 干旱区地理, 2017, 40(6): 1290-1297. [Ding Jinmei, Yang Kui, Ma Caihong, et al. Spatial-temporal evolution of grain production in China[J]. Arid Land Geography, 2017, 40(6): 1290-1297.]

[29] 李晓越, 李同昇, 龙冬平, 等. 西北地区农民收入差异的时空演变及影响因素——以陕甘宁县域为例[J]. 干旱区地理, 2014, 37(3): 620-629. [Li Xiaoyue, Li Tongsheng, Long Dongping, et al. Spatial-temporal evolution and driving factors of rural resident's net income in northwestern China: A case study of counties in Shaanxi-Gansu-Ningxia Region[J]. Arid Land Geography, 2014, 37(3): 620-629.]

[30] 康珈瑜, 索志辉, 梁留科, 等. 中国市域居民住房支付能力时空演变及影响因素[J]. 干旱区地理, 2019, 42(5): 1153-1165. [Kang Jiayu, Suo Zhihui, Liang Liuke, et al. Temporal and spatial evolution and its affecting factors of housing affordability at urban scale in China[J]. Arid Land Geography, 2019, 42(5): 1153-1165.]

[31] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134. [Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Principle and prospective[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(1): 116-134.]

[32] 赵雪雁, 王晓琪, 刘江华, 等. 基于不同尺度的中国优质医疗资源区域差异研究[J]. 经济地理, 2020, 40(7): 22-31. [Zhao Xueyan, Wang Xiaoqi, Liu Jianghua, et al. Regional differences of quality medical resources in China based on different scales[J]. Economic Geography, 2020, 40(7): 22-31.]

[33] 郑文升, 蒋华雄, 艾红如, 等. 中国基础医疗卫生资源供给水平的区域差异[J]. 地理研究, 2015, 34(11): 2049-2060. [Zheng Wensheng, Jiang Huaxiong, Ai Hongru, et al. Analysis of regional inequalities of basic medical resources supply in China[J]. Geographical Research, 2015, 34(11): 2049-2060.]

[34] 赵宇. 中国各省区农村基层医疗服务水平综合评价——基于因子分析方法[J]. 财政研究, 2013(4): 28-33. [Zhao Yu. Comprehensive evaluation of rural primary medical service level in China's provinces and regions: Based on factor analysis method[J]. Public Finance Research, 2013(4): 28-33.]

[35] 梁玮佳, 唐元懋. 我国卫生资源配置的空间非均衡研究[J]. 卫生经济研究, 2018(9): 66-71. [Liang Weijia, Tang Yuanmao. Study of health resource spatial non-equilibrium allocation in China[J]. Health Economics Research, 2018(9): 66-71.]

Spatial-temporal evolution and influencing factors of health resources in underdeveloped areas based on geodetectors

ZHAO Haili, WANG Qiwen, ZHU Lixiang, LI Xiaoqin, TIAN Haoyu

(College of Geography and Environment Science，Northwest Normal University, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: Medical resources are the foundation of a quality health service system which in turn ensures a safe and secure community, therefore, it is important to study regional differences in medical resources and identify the factors that influence them to optimize the planning and distribution of these resources for strategic deployment of the Healthy China Action Plan. Using Gansu Province, China as an example, the coefficient of variation, the Gini coefficient, the Theil index, and the form of decomposition as well as the agglomeration degree of health resources and spatiotemporal differences in the level and equilibrium of medical resources were analyzed for Gansu from 2010 to 2017. The factors affecting the spatial distribution of medical resources were identified using GeoDetector. The results reveal five important facts: (1) From 2010 to 2017, the level and equilibrium of medical resources in Gansu Province increased by 14.96%, which laid the foundation for equal access to basic public services, thereby improving the public service system. The growth rates of medical resources in Hexi, Longzhong, Longdong, and Longnan areas were 24.60%, 11.51%, 14.91%, and 12.28%, respectively, of which the Hexi area showed the most significant growth. (2) The level and equilibrium of allocation of medical resources presented a pattern of southeast superior to northwest. The level and equilibrium of medical resources in Longdong and Longzhong, which are areas of high economic status, were higher than the levels and equilibria in other areas, among which Lanzhou, Pingliang, and Longnan had relatively high equilibrium. (3) The level and equilibrium of medical resources per capita were better than those for individual geographic locales within Gansu Province, especially in the Hexi area because of its vast area and relatively small population which creates a per capita balance that is better than the average balance for the entire province. (4) The overall difference gradually decreased in Gansu Province over time, and consequently the balance of medical resources improved. At the same time, intraregional differences decreased but the regional difference gradually increased. The regional difference is the main contributor to the overall difference in Gansu. (5) Economic factors are the main factors impacting medical resources and the factors used to explain the interaction between the real GDP per capita, population aging, and other factors. The influence of natural factors on medical resources increased each year. The level of medical resources in regions of high economic status was relatively balanced, while remote areas had low levels of medical resources due to geographical and environmental constraints.

Key words: medical resources; equilibrium; regional differences; geodetectors